

GOMPHONEMA PIERREBOURRELLYI SP. NOV., UN NOUVEAU *GOMPHONEMA* (BACILLARIOPHYCEAE) DU MIOCÈNE DE L'ÉQUATEUR

Élisabeth FOURTANIER et John P. KOCIOLEK

Diatom Collection, California Academy of Sciences, Golden Gate Park,
San Francisco, CA 94118, USA

ABSTRACT - A new diatom species, *Gomphonema pierrebourellyi*, from the upper Miocene of Ecuador, is described in light and electronic microscopy. The ultrastructure of this species demonstrates that it is closely related to the other *Gomphonemata*; it has however, a unique suite of features possessing similarities with several distinct groups of gomphonemoid diatoms.

RÉSUMÉ— Une nouvelle espèce de diatomée, *Gomphonema pierrebourellyi*, provenant du Miocène supérieur de l'Équateur, est décrite et illustrée au moyen des microscopes optique et électronique. L'ultrastructure de cette espèce montre qu'elle est étroitement alliée aux autres *Gomphonemata*; elle possède néanmoins une suite unique de caractères présentant des similitudes avec plusieurs groupes distincts des diatomées gomphonémoïdes.

KEY WORDS: diatoms, Ecuador, *Gomphonema*, new species, taxonomy, ultrastructure

INTRODUCTION

Le genre de diatomée *Gomphonema* est très vaste (plus de 1000 taxons décrits) et très commun dans les eaux douces ; cependant, nos connaissances sur la diversité, la microstructure et la répartition géographique et stratigraphique des espèces de ce genre sont limitées. De nouvelles espèces, provenant de régions lointaines et peu explorées (e.g. Lange-Bertalot, 1993 ; Kociolek & Jones, 1995), ou de régions ayant déjà fait l'objet de nombreux travaux (e.g. Krammer & Lange-Bertalot, 1993 ; Lange-Bertalot & Metzeltin, 1996 ; Kociolek & Stoermer, 1991b; Reichardt & Lange-Bertalot, 1991), continuent à être décrites. La grande diversité morphologique de ce genre a été étudiée par Kociolek et Stoermer (1991b) et Passy *et al.* (1997), ce qui suggère que tout les groupes naturels faisant partie du genre *Gomphonema* ont probablement été circonscrits. Tandis que nos connaissances des espèces récentes proviennent d'une grande variété de localités, notre compréhension des taxons fossiles dérive principalement de sites tempérés (e.g. Kociolek & Stoermer, 1989). En outre, les diatomées d'eau douce du Miocène ont fait l'objet de peu d'études en Amérique du Sud (e.g. Fourtanier *et al.*, 1993) et n'ont jamais été auparavant

décrites en Équateur. Dans cet article nous décrivons les variations morphologiques et l'ultrastructure de la valve d'un nouveau *Gomphonema* fossile du Miocène supérieur de l'Équateur.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette nouvelle espèce provient d'un échantillon de diatomite qui nous a été transmis par M. Dominik Hungerbühler. Cet échantillon (n° MS 349) a été collecté le 9 août 1995, en Équateur, par M. Michael Steinmann, dans la partie Nord du Bassin de Cuenca, aux coordonnées 2°48'34,1" S — 78°55'36,0" W, à une altitude de 2600 m. L'échantillon provient de la Formation Turi, datée du Miocène supérieur (âge établi d'après les traces de fission des zircons par M. Steinmann) ; en fonction de sa position stratigraphique dans la Formation Turi, un âge de *ca* 8 Ma peut être extrapolé pour l'échantillon MS 349 (M. Steinmann, comm. pers., 1997).

Le matériel a été préparé en portant à ébullition l'échantillon pendant 20 mn dans de l'eau oxygénée (10 %), puis en le rinçant à l'eau distillée. Une fraction du résidu a été montée entre lame et lamelle à l'aide de Naphrax pour les observations en microscopie optique, ou déposée sur une lamelle de verre, séchée et recouverte d'une couche d'or de 20 nm pour les observations en microscopie électronique à balayage (MEB). Les observations au microscope optique ont été effectuées à l'aide d'un Leica DMRB. Les observations au MEB ont été réalisées à l'aide d'un Hitachi S-520.

RÉSULTATS

Gomphonema pierrebourrellyi Fourtanier et Kociolek, sp. nov.

(Figs 1-18)

Description. Valves largement à étroitement anguleuses, à pôles pointus, les spécimens les plus petits lancéolés-clavés avec le pôle supérieur légèrement prolongé. Longueur 16-57 µm, largeur 4,5-10,0 µm. Stries ponctuées, parallèles au centre, radiées vers le pôle inférieur, radiées à parallèles vers le pôle supérieur, stries médianes plus espacées, 10-13/10 µm au centre, 15-20/10 µm aux pôles. Aire axiale linéaire, quelque peu élargie au centre de la valve ; aire centrale irrégulière, définie par une ou plusieurs stries prolongées sur l'un ou les deux cotés de l'aire axiale, avec un ou deux petits stigmas et un ou plusieurs pores isolés. Raphé latéral, légèrement ondulé, terminaisons internes proximales du raphé distinctes et détournées vers le stigma. Champ de pores apical indistinct. Septa non visibles.

Diagnose latine. *Valvae late ad anguste angulatae, polis acutis ; specimina parviora lanceolata-clavata polo capitali leviter protracto. Longitudo 16-57 µm. Latitudo 4.5-10.0 µm. Striae punctatae, parallelae ad centrum, radiatae polum pedalem versus, radiatae ad parallelae polum capitalem versus, striae mediae dissitiores, 10-13/10 µm ad centrum, 15-20/10 µm ad polos. Area axialis linearis, aliquantulum lata ad centrum valvae ; area centralis irregularis, finita per unam ad aliquot strias elongatas in uno vel ambobus lateribus*

areae axialis, uno vel duobus stigmatibus parvis et uno vel aliquot punctis sejunctis. Raphe lateralis, leviter undulata, extremitatibus internis proximalibus raphes manifestis et stigma versus deflexis. Area porcellibus apicalis non manifesta. Septa non visibilia.

Holotype. Spécimen illustré Fig. 5, encerclé sur la lame n° 219054 déposée à la Collection de Diatomées de la California Academy of Sciences (San Francisco).

Localité type. Bassin de Cuenca (Équateur), Formation Turi (Miocène supérieur) ; coordonnées: 2°48'34,1" S — 78°55'36,0" W ; altitude : 2600 m.

Étymologie. Espèce nommée en l'honneur du Professeur Pierre Bourrelly, l'un des plus remarquables phycologues du vingtième siècle.

Observations ■ **MEB.** En face externe, les stries sont composées d'aréoles en forme de C, de S. ou de formes irrégulières (Figs 9-12). Au centre de la valve, les extrémités proximales du raphé ne sont pas dilatées (Fig. 15). Au pôle supérieur, l'extrémité distale du raphé est déviée sur la face valvaire puis se prolonge sur le manteau ; les stries sont encore présentes autour du pôle supérieur mais sont limitées au manteau (Figs 9-10). Au pôle inférieur, l'extrémité distale du raphé est détournée sur la face valvaire, puis traverse le champ de pores apical (CPA). Les pores du CPA sont arrondis et presque (Fig. 11) ou totalement (Fig. 12) limités au manteau.

En face interne, le nodule central est légèrement surélevé et porte les extrémités proximales recourbées du raphé ainsi que l'ouverture du stigma. L'ouverture du stigma est arrondie ou légèrement allongée (Fig. 14). L'hélictoglosse du pôle supérieur (Fig. 16) et celle du pôle inférieur (Fig. 17) sont légèrement décalées par rapport à l'ouverture du raphé. Un pseudoseptum est présent à chaque pôle.

DISCUSSION

Gomphonema pierrebourellyi ressemble à *G. gracile* Ehrenberg par le contour anguleux des valves et leurs dimensions, mais il en diffère par son aire axiale large, les terminaisons proximales du raphé distinctement recourbées sur la face interne, et l'orientation des stries. La variabilité de forme chez *Gomphonema pierrebourellyi*, où les spécimens les plus petits deviennent subcapités, est unique parmi les *Gomphonemata* anguleux.

Gomphonema pierrebourellyi est dominant dans l'échantillon sur lequel cette étude est basée. Sont aussi présents dans l'association *Cocconeis* sp., *Amphora* sp. ainsi que d'autres espèces benthiques suggérant un habitat lacustre en fond ou en bordure de lac. La plupart des espèces de l'association semblent n'avoir jamais été décrites, aussi il est impossible de préciser davantage l'environnement attaché à cet échantillon faute des données écologiques nécessaires.

L'ultrastructure de la valve de *Gomphonema pierrebourellyi* démontre qu'il est étroitement allié aux autres espèces de *Gomphonema*. Les occlusions partielles des aréoles sur la face externe de la valve (Kociolek & Stoermer, 1991b) de *G. pierrebourellyi* sont similaires à celles des diatomées gomphonémoïdes d'eau douce (e.g. Dawson, 1972 ; Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1991 ; Round *et al.*, 1990). Par la forme des ouvertures externes des aréoles, cette nouvelle espèce semble plus proche des membres du groupe *Herculeana* du genre *Gomphoneis* (*sensu* Kociolek & Stoermer, 1988b, 1993a) qu'au

groupe *Gomphonema* sensu stricto (e.g. *G. acuminatum* Ehrenberg, *G. parvulum* (Kütz.) Kütz.; Kociolek & Stoermer, 1991b; Dawson, 1972).

L'ouverture interne du stigma de *G. pierrebourellyi* est arrondie alors qu'elle est en forme de fente chez la plupart des *Gomphonemata* (e.g. Kociolek & Stoermer, 1991a, 1991b; Lange-Bertalot, 1993). L'ouverture interne du stigma de *Gomphonema clevei* Fricke cependant est arrondie (Kociolek & Stoermer, 1991a). L'ouverture interne arrondie du stigma de *G. pierrebourellyi* peut être l'expression réelle de cette structure, elle peut toutefois être due à la dissolution partielle de la terminaison de l'ouverture (laissant une apparence plus arrondie, tubulaire au stigma).

Chez *Reimeria* Kociolek & Stoermer l'ouverture interne du stigma est également arrondie ou largement elliptique (Kociolek & Stoermer, 1987). En dépit de la similitude de l'ouverture du stigma entre les espèces du genre *Reimeria* et certains *Gomphonema*, l'opinion exprimée par Krammer (1982) puis par Round *et al.* (1990), Lange-Bertalot & Metzeltin (1996) et Cox (1996) que *Reimeria* est un membre de la lignée gomphonémoïde n'est pas acceptable. La présence d'une symétrie cymbelloïde et l'absence des synapomorphies (caractères dérivés communs) qui sont indicatrices de la lignée gomphonémoïde des diatomées d'eau douce, soutiennent le placement de *Reimeria* dans la lignée cymbelloïde des diatomées d'eau douce (Kociolek & Stoermer, 1988a).

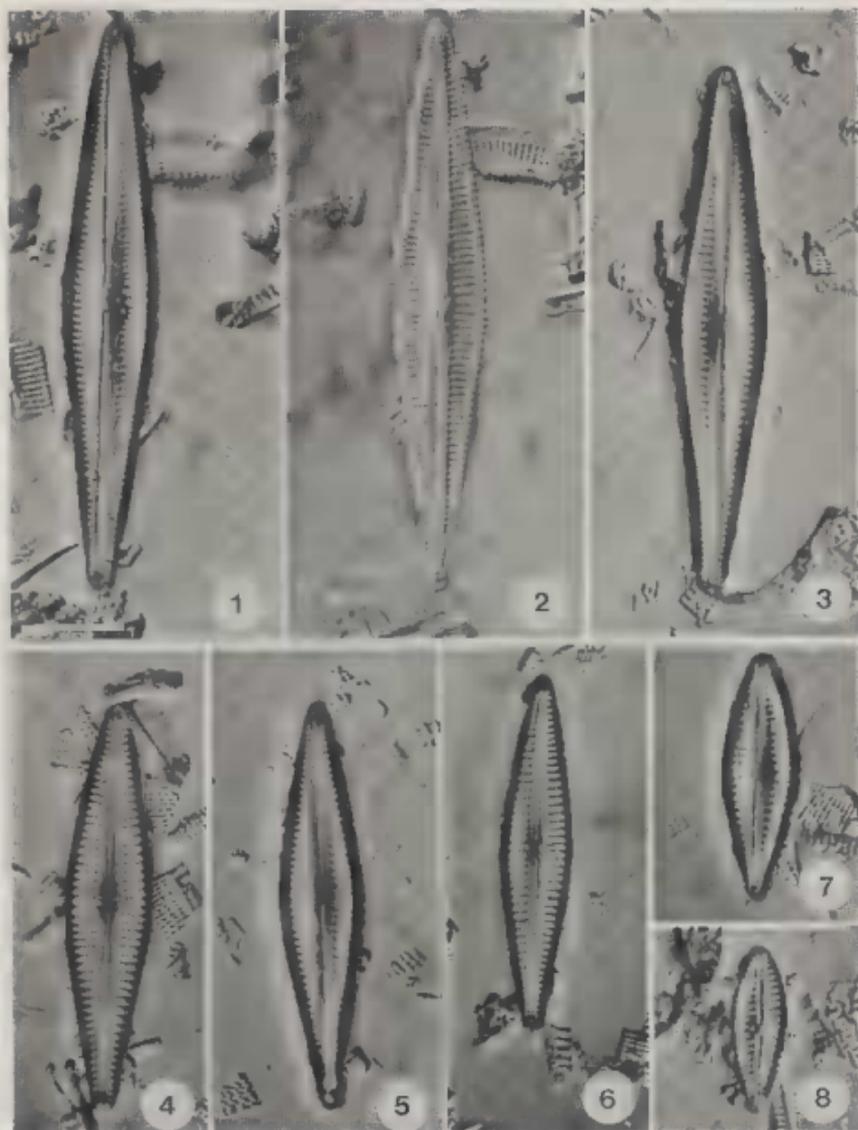
La suite unique de caractères observés chez *Gomphonema pierrebourellyi*, possédant des similarités avec plusieurs groupes distincts des diatomées gomphonémoïdes, souligne l'importance et la nécessité de continuer les études systématiques dans cette lignée extrêmement variable et intéressante des diatomées d'eau douce.

REMERCIEMENTS — Nous sommes reconnaissants à Messieurs M. Steinmann et D. Hungerbühler (ETH Zurich) de nous avoir procuré cet échantillon. Nous remercions Monsieur B. de Reviers de nous permettre d'apporter cette contribution au fascicule dédié à la mémoire de l'éminent Professeur Pierre Bourrelly.

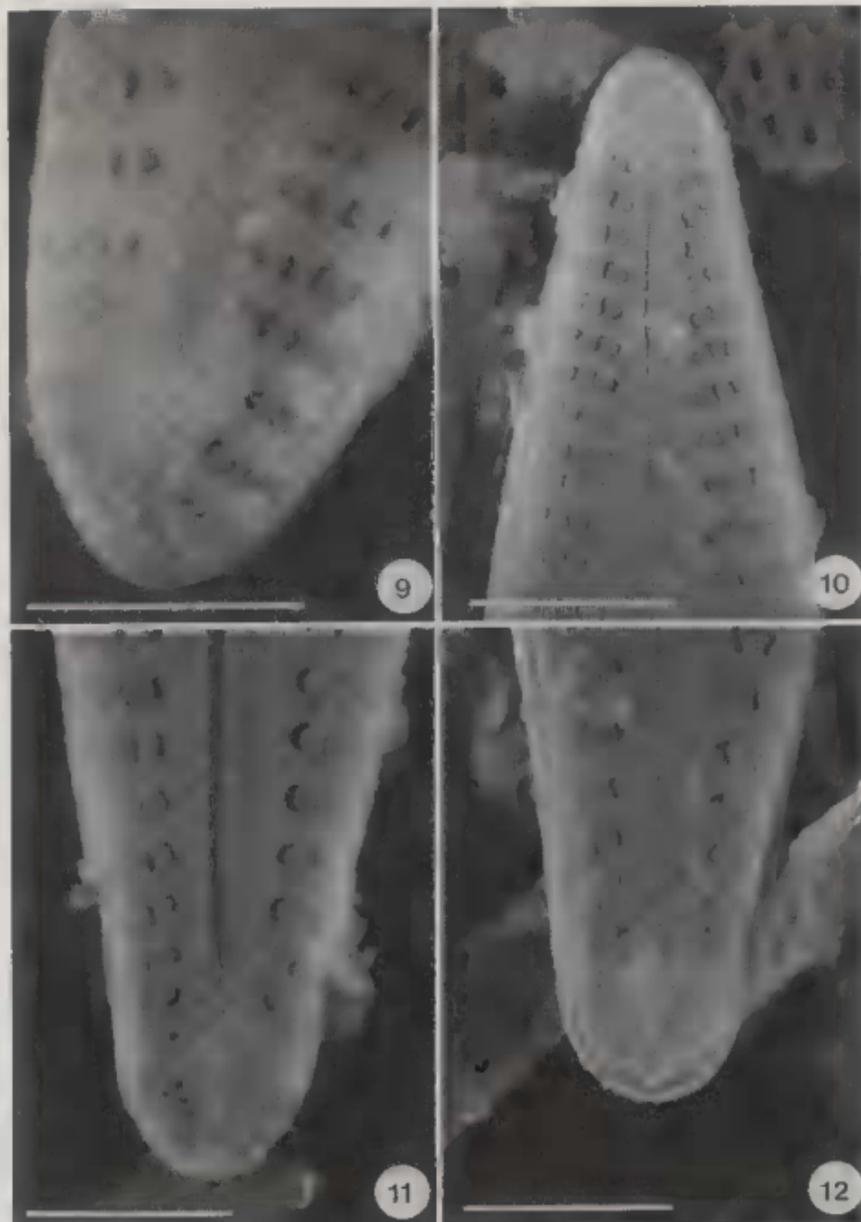
RÉFÉRENCES

- COX E., 1996 — Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. London, Chapman & Hall, 158 p.
- DAWSON P.A., 1972 — Observations on the fine structure of some forms of *Gomphonema parvulum* Kütz. I. Morphology based on light microscopy, and transmission and scanning microscopy. *British Phycological Journal* 7: 255-271.
- FOURTANIER E., GASSE F., BELLIER O., BONHOMME M.G. & ROBLES I., 1993 — Miocene non-marine diatoms from the western Cordillera basins of Northern Peru. *Diatom Research* 8 (1): 13-30.
- KOCIOLEK J.P. & JONES V.J., 1995 — A new *Gomphonema* species from Antarctica. *Diatom Research* 10: 269-276.
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1987 — Ultrastructure of *Cymbella sinuata* (Bacillariophyceae) and its allies, and their transfer to *Reimeria*, gen. nov. *Systematic Botany* 12: 451-459.
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1988a — A preliminary investigation of the phylogenetic relationships of the freshwater, apical pore field-bearing cymbelloid and gomphonemoid diatoms (Bacillariophyceae). *Journal of Phycology* 24: 377-385.
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1988b — Taxonomy, ultrastructure, and distribution of *Gomphoneis herculeana*, *G. erienae* and closely related species. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 140: 24-97.

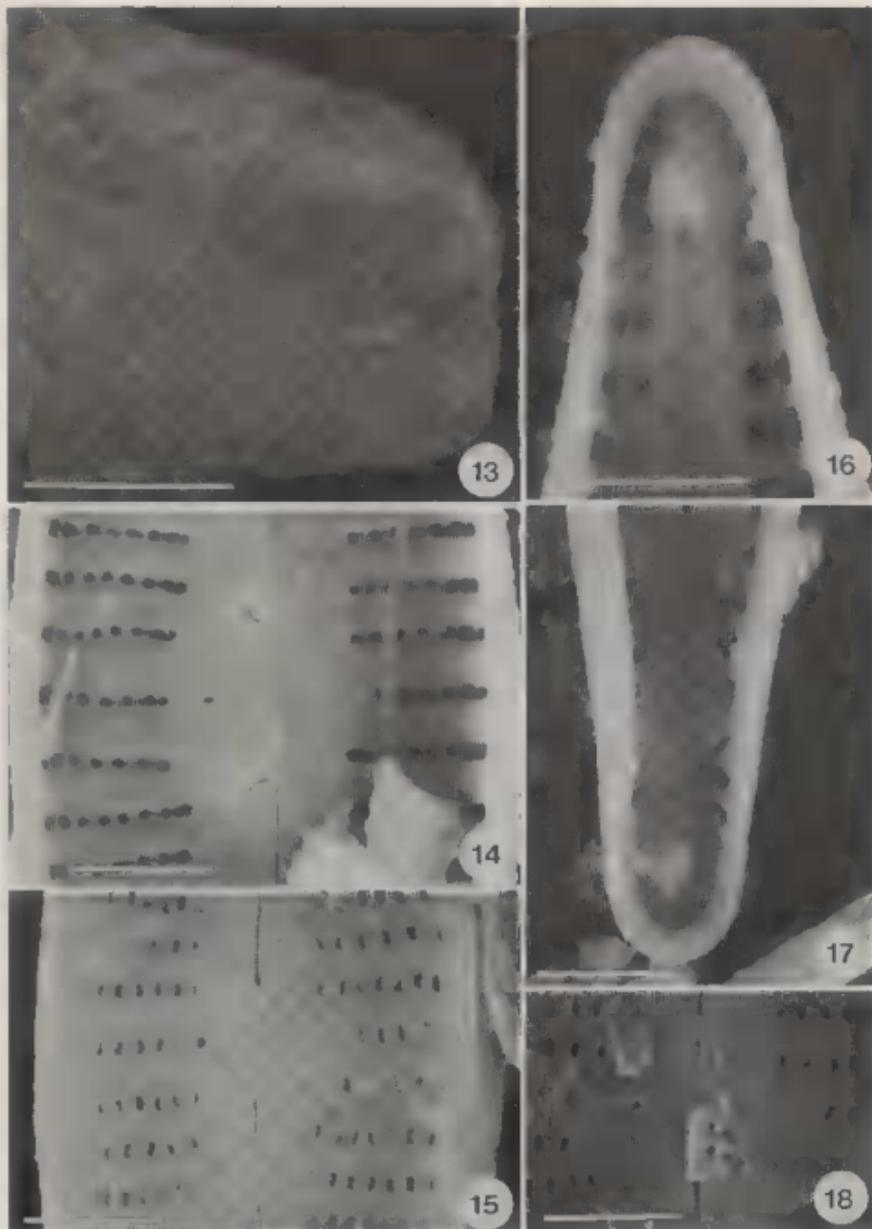
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1989 — Phylogenetic relationships and evolutionary history of the diatom genus *Gomphonopsis*. *Phycologia* 28: 438-454.
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1990 — Diatoms from the Upper Miocene Hot Springs Limestone, Snake River Plain, Idaho (U.S.A.). *Micropaleontology* 26 (4): 331-352.
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1991a — New and interesting *Gomphonema* species from East Africa. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 47: 275-288.
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1991b — Taxonomy and ultrastructure of some *Gomphonema* Ehrenberg and *Gomphonopsis* Cleve taxa from the upper Laurentian Great Lakes. *Canadian Journal of Botany* 69: 1557-1576.
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1993a — Freshwater gomphonemoid diatom phylogeny: Preliminary results. *Hydrobiologia* 269/270: 31-38.
- KOCIOLEK J.P. & STOERMER E.F., 1993b — The diatom genus *Gomphocymbella* O. Müller: Taxonomy, ultrastructure and phylogenetic relationships. *Beiheft zur Nova Hedwigia* 106: 71-91.
- KRAMMER K., 1982 — Valve morphology in the genus *Cymbella* C.A. Agardh. In: J.-G. Helmcke & K. Krammer (eds), *Micromorphology of Diatom Valves*. Volume XI, Vaduz, J. Cramer, 299 p.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1986 — Bacillariophyceae. 1. Naviculaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2 (1), Stuttgart, G. Fischer, 876 p.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991 — Bacillariophyceae 4. Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. In: H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer (eds), *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2 (4), Stuttgart, Gustav Fischer, 437 p.
- LANGE-BERTALOT H., 1993 — 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa Vol. 2/1-4. *Bibliotheca Diatomologica* 27: 1-453.
- LANGE-BERTALOT H. & METZELTIN D., 1996 *Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs*. Volume 2. Ecology-Diversity-Taxonomy. Indicators of Oligotrophy. 800 Taxa Representative of Three Ecologically Distinct Lake Types. Carbonate Buffered-Oligodystrophic-Weakly Buffered Soft Water. Koenigstein, Koeltz Scientific Books, 390 p.
- PASSY S.J., KOCIOLEK J.P. & LOWE R.L., 1997 — Five new *Gomphonema* species from South African Rivers. *Journal of Phycology* 33: 455-474.
- REICHARDT E. & LANGE-BERTALOT H., 1991 — Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema angustum*-*G. dichotomum*-*G. intricatum*-*G. vibrio* und ähnlicher Taxa (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 53: 519-544.
- ROUND F.E., CRAWFORD R.M. & MANN D.G., 1990 — *The Diatoms*. Cambridge, Cambridge University Press, 747 p.



Figs 1-8. *Gomphonema pierrebourellyi* sp. nov., microscopie optique. Échelle = 10 μ m. Vues valvaires montrant la variabilité des tailles et des formes. Figs 1-2. Même spécimen à deux mises au point différentes. Fig. 5. Holotype. Tous les spécimens photographiés appartiennent à la lame type.



Figs 9-12. *Gomphonema pierrebourrellyi* sp. nov., microscopie électronique (MEB). Échelles = 2 μ m.
 Figs 9-10. Vues externes du pôle supérieur montrant les occlusions partielles des aréoles et les extrémités distales du raphé. Figs 11-12. Vues externes du pôle inférieur montrant le champ de pores apical traversé par l'extrémité distale du raphé.



Figs 13-18. *Gomphonema pierrebourrellyi* sp. nov., microscopie électronique (MEB). Échelles = 2 μ m.
 Fig. 13. Vue connective. Fig. 14. Vue interne, partie centrale de la valve montrant le nodule central avec l'ouverture du stigma et les extrémités recourbées du raphé. Figs 15, 18. Vues externes, partie centrale de la valve. Le spécimen illustré Fig. 15 a un stigma unique, le spécimen illustré Fig. 18 a deux stigmas. Fig. 16. Vue interne du pôle supérieur montrant l'hélictoglosse et l'extrémité distale du raphé. Fig. 17. Vue interne du pôle inférieur.